

냉동 컨테이너

Refrigerated Container

오 후 규
H. K. Oh
부산수산대학교 냉동공학과



- 1948년생
- 냉동창고, 냉장과 냉동수송등에 관심이 많음.

1. 서 론

컨테이너에 의한 수송은 국제적인 규모로 확대되어 국내외 수송의 필수 기구로 됨으로써 냉동컨테이너의 수요도 날로 증가하게 되었다. 국내에서도 UR 협상에 따른 농산물의 개방과 식생활의 다양화, 그리고 완전한 저온 유통 기구가 점차 확대되어감에 따라 해상과 육상 냉동컨테이너의 수요는 해마다 증가하고 있는 추세에 있고, 특히 냉동컨테이너는 일반 컨테이너와 달리 그 강도와 구조가 다르므로 유지 관리 및 취급 등을 정확히 이해하여 들 필요가 있다. 이에 냉동 컨테이너에 관한 일반적인 사항과 설계기준, 그리고 그 특성을 논함으로 해서 이 분야의 관심을 높이고자 한다.

2. 냉동컨테이너의 개요

2.1 냉동컨테이너의 역사

일반적으로 식품에 대한 최적의 온·습도를 조절함으로써 그 식품의 선도를 유지하여 식품이 지닌 맛이나 영양가 등을 보존하기 위한 노력은 오래전부터 행해져 왔다. 이를 위하여

이루어지는 여러가지 중의 하나가 저온유통(cold chain)이고, 그 중 냉동화물을 수송하기 위해 소형 고성능의 냉동기를 장치한 냉동 화물용 컨테이너를 '냉동컨테이너'라 한다. 이는 냉장고를 컨테이너로 만든 것으로, 다른 말로는 '이동식 냉장고' 또는 '움직이는 전기냉장고'라고 할 수도 있다.

냉동컨테이너업은 1956년경부터 미국에서 트레일러 차체 정도 크기의 컨테이너가 미국 내 수송용으로 점차 발전하여 포장의 간이화, 하역의 합리화, 선박 가동율의 향상 등의 점에서 큰 성과를 얻기 시작했다.

해상컨테이너의 선구자로서는 1950년대 후반경에 Sea-Land 사는 육상에서 해상으로, Matson 사는 해상에서 육상으로 각각 해륙 일관 수송을 시작하였다. 컨테이너는 국제 무역면에서도 서서히 발전하여 1966년 봄 미국과 유럽 각국을 연결하는 대서양 항로에 컨테이너 전용선에 의한 본격적인 대량 수송이 개시되었던 것을 계기로 국제 무역의 합리화 수단으로 전세계에 보급되어 태평양으로 건너오게 되었다.

냉동컨테이너 본체에 대해서는 현재 여러선사에서 널리 채용되고 있는 SL 5형(전동기구동형)의 원형이 1954년부터 생산이 개시되

어 Matson 사가 1960년 하와이 항로에 본격적으로 컨테이너선을 배선할 때 채용하였다. 그리고 Matson 사의 주력 기종인 SL5-45SG 냉동유니트는 1959년 최초로 개발되어 1961년부터 제조되고 있다. 또한 현재 Sea-Land 사가 대량으로 채용하고 있는 SROL형(전동기/LPG 엔진 병용)은 1963년부터 채용되고 있다.

2.2 냉동컨테이너의 용도

냉동컨테이너는 단순히 냉동화물 뿐만 아니라 온도변화에 민감한 화물이나 일정 온도가 필요한 화물(예를 들면 필름이나 약품) 등의 수송에도 최적으로 refer container, refrigerated container, frozen products insulated container 또는 refcon 등으로 불려진다.

냉동컨테이너는 엄밀하게는 외기온도가 높을 때에는 화물의 풀다운(냉동화물을 설정 온도까지 저하시키는 것)은 하지 않도록 설계하여 두어 동결력이 없고, 일정 온도의 화물을 동일온도로 유지하여 수송하기에 적합한 냉동유니트 부착 단열 컨테이너이다. 따라서 냉동(냉장)화물은 지정온도까지 완전히 냉각한 후에 적재하는 것을 원칙으로 한다. 냉동컨테이너는 해륙 일관 수송에 있어 고성능을 발휘할 수 있고, 전 수송행정을 통해 냉동기를 구동하여 저장온도를 유지하고 있다. 냉동컨테이너는 전기를 공급하면 냉각, 가열, 통풍이 가능하고, 육상 수송중에는 냉동기에 늘 전력을 공급해 주기 위해 특수한 발전기(generator set, MG Set) 부착 전용 사시로 발전하고, 컨테이너 터미널에서는 육상 전원으로, 컨테이너 선상에서는 선내 전원으로 전력이 공급된다.

냉동컨테이너에는 각면이 단열벽으로 구성되고, 내벽은 공기의 순환을 고려하며, 냉각용의 냉동 유니트를 내장하는 형식과 별치식이 있다. 현재 가장 널리 보급되어 있는 냉동 유니트 내장식으로는 냉동 유니트와 냉동 컨테이너 상자를 일체로 하여 규격화한 냉동 컨테이너로 해륙을 막론하고 항상 일체로 되어 수송된다. 냉동 유니트 별치식은 냉동 유

니트가 착탈식으로, 상자가 육상에 있을 때만 조립되고 해상에 있을 때는 분리되어 상자만 본선에 적재하여 배에 장치된 중앙식 냉동장치로 냉풍이 공급된다. 또한 냉동의 필요성이 없는 과일, 야채 등 호흡작용을 하는 냉장화물을 위해 CO₂ 레벨을 저위로 유지할 필요가 있기 때문에 단벽에 신선공기 공급용의 환기전을 설비한 통풍식 컨테이너도 있다. 또 냉동 뿐만 아니라 가열장치도 있어 한냉지에서 사과, 오렌지, 레몬 등을 지정온도로 유지하고 신선도를 유지하는 것도 가능하다.

2.3 냉동컨테이너의 구비점

해상용 냉동컨테이너로서 널리 사용되고 있는 전동기 구동식의 냉동유니트 내장식 냉동 컨테이너가 일반적으로 갖추어야 할 점으로 는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

① 냉동 및 냉장 화물의 해륙 일관 수송에 적합하고, 주로 국제간에 있어 원활하게 운용될 수 있도록 배려하여 설계 제작되어야 한다.

② 해상 수송의 경우는 선창내에 컨테이너를 적재할 때 6~9단, 갑판상에 1~3단으로 적재하며, 육상 수송의 경우는 트레일러 또는 철도 화차에 적재한다.

③ 컨테이너는 해상 운송, 육상 운송 및 핸드링시 연속적으로 진동이나 기타 충격을 받기 때문에, 이러한 진동, 동요, 충격에 대해 충분한 강도를 가져 지장이 없는 운전이 되도록 해야 한다.

④ 해상용 냉동컨테이너는 해수, 조풍에 의한 부식을 고려하여 만들어지고, 사용재료, 도장, 표면처리는 그 내식성에 세심한 주의가 기울어져야 한다.

⑤ 바람, 비, 물 등에 대한 기밀 구조를 하고 있어야 한다. 문 주변의 패킹 부분은 물론이고 냉동유니트에 사용되고 있는 전기부품도 비바람이나 파도에 대해 충분한 기밀구조를 하여야 한다.

⑥ 냉동컨테이너는 소정의 온도조건, 내압조건, 기밀조건, 방열조건 등을 만족하도록 제작되어야 한다.

⑦ 후단벽에 개폐문이 설치되며, 이 문은 260°이상 열려야 한다.

⑧ 외형치수 및 구조, 강도는 정해진 규격에 따라 설계 제작되어야 한다.

⑨ 사용재료 및 부품은 정해진 규격에 맞는 것을 사용하여야 한다.

⑩ 취급이 간단하고 보수 점검이 용이해야 한다. 특히 냉동유니트는 자동냉각, 자동가열, 자동제상이 이루어져 고내온도가 자동 조절, 자동기록되고, 이를 원격 감시할 수 있도록 회로를 구성해야 한다.

⑪ 트랜스를 내장한다든지 2중 정격 모타를 사용하는 등의 방법을 사용하여 국제간의 전원 전압이 다르더라도 운용할 수 있는 구조를 가져야 한다.

⑫ 냉동컨테이너의 고내온도 제어 범위는 -25℃에서 +25℃의 범위에서 임의로 고내온도를 유지할 수 있고, 냉각, 가열, 통풍 운전이 가능해야 한다.

3. 냉동컨테이너의 냉동부하

3.1 냉동능력

냉동컨테이너는 외기온도 -35℃에서 +55℃의 범위 내에서 고내온도를 -25℃에서 +25℃의 범위까지의 온도로 설정할 수가 있다. 외기온도 +35℃일 때 실용상 최저냉각 가능한 고내온도는 20' 냉동컨테이너의 경우는 -25℃, 40' 컨테이너의 경우는 -23℃이다. 냉동컨테이너의 외부온도 조건은 일일당 운전시간을 18시간 이내로 할 때 소정의 온도로 유지할 경우 고내 설정 가능 최저온도는 -20℃ 정도로 생각할 수 있으나 실용상 고내 냉각 가능 최저온도는 -20℃ ~ -25℃이다.

하루 18시간 운전율에서 고내 최저온도 유지를 위한 JIS의 외부온도 조건을 소개하면 표 1. 그리고 -20℃ ~ -25℃의 고내 온도로 유지하기 위한 냉동컨테이너의 운전율은 표 2와 같다. 표 1. 표 2에서, 40' 냉동컨테이너와 20' 냉동컨테이너의 외표면적비는 약 2배가 되나 압축기의 용량은 1.5 배이기 때문에 냉동능력의 여유는 20' 냉동컨테이너가 좋다는 것을

표 1. 고내온도 유지를 위한 냉동컨테이너의 외부온도 조건

고내온도	JIS 조건의 경우		외기온도=외벽 온도의 경우	
	20'	40'	20'	40'
-20.0℃	40.0℃	35.5℃	44.0℃	38.0℃
-23.0℃	33.5℃	29.0℃	38.0℃	32.0℃
-25.0℃	29.0℃	24.5℃	32.0℃	28.0℃

표 2. 고내온도를 유지하기 위한 냉동컨테이너의 운전율

고내온도	JIS 조건의 경우		외기온도=외벽 온도인 경우	
	20'	40'	20'	40'
-20.0℃	15.5hr	35.5℃	13.2hr	15.7hr
-23.0℃	19.6hr	29.0℃	16.7hr	19.8hr
-25.0℃	24hr이상	24hr이상	20.5hr	24hr

알 수 있다.

3.2 냉동부하

냉동화물의 냉동부하를 생각할 때 보통의 냉동컨테이너 설계조건은 외기 +35℃에서 1일 18시간 운전으로 -20℃를 유지할 수 있는 냉동능력으로 설계되어 있기 때문에 화물의 냉각 냉동부하(full down load)는 생각하지 않는다. 따라서 냉동부하는 외부에서의 침입열량만을 냉동부하로 하므로 침입열량 q 는 하나의 벽에 대해서 생각하면 다음의 식과 같다.

$$q = \Phi \lambda \frac{A}{t} \Delta\theta \quad (1)$$

여기서, q = 침입열량(kcal/h)
 Φ = 보정계수(1.5 정도)
 λ = 방열재의 열전도율(kcal/mh °C)
 A = 벽의 표면적(m²)
 t = 방열재의 두께(m)
 $\Delta\theta$ = 벽의 외표면 온도와 고내온도와의 차(°C)

따라서 모든 벽면을 고려한 총부하 Q 는 다음과 같다.

$$Q = \Phi \lambda \sum \frac{A_i}{t_i} \Delta\theta_i \quad (2)$$

그러나 냉장화물의 경우는 다음과 같은 3 종류의 열부하의 합이 냉동부하가 된다.

즉, ① 외부로부터의 침입열량(냉동화물 컨테이너의 열부하 Q 에 상당한다)

② 화물의 호흡열(척과물 수송때의 호흡열과 같이 화물의 생리작용이 있을 때 그 부하를 계산할 필요가 있다)

③ 환기장치에 의한 부하(환기를 할 경우 외부로부터의 신선공기를 도입 생각하는 부하)

4. 냉동컨테이너의 종류

해상용 냉동컨테이너 및 육상용 냉동차를 냉각하는 방식에 따라 실용화되고 있는 것에는 얼음, 드라이아이스, 냉동판, 액체질소, 냉동기에 의한 기계식 등이 있다. 이들의 각 방식에는 각각 장점과 단점이 있으나 원거리의 국제간 운행을 할 때 해상용 냉동컨테이너에 적용할 수 있는 방식은 냉동기를 부착하는 기계식 뿐이다. 해상용 컨테이너에 기계식 냉동유니트를 사용하기 위해서는 팬으로 고내의 공기를 강제적으로 증발기에 통과시켜 고내를 순환하도록 하는 강제순환식을 사용해야 한다.

이와 같이 냉동컨테이너 내부의 냉풍을 강제순환시키는 대표적인 방법으로는 상부(천정) 취출방식, 하부(바닥) 취출방식의 2종류가 있다. 그러나 일반적으로 대부분의 냉동컨테이너에서는 상부 취출방식을 채용하고 있다. 상부 취출방식은 증발기를 거친 냉풍이 컨테이너의 상부에 설치된 에어다트를 통해 취출되어 컨테이너내의 화물사이를 통해 화물을 냉각한 후 하부 바닥의 레일을 통해 증발기 하부로 재순환되는 형식을 취한다. 유럽의 일부 국가에서 채용하고 있는 하부 취출방식은 상부 취출방식과는 완전히 역으로 냉풍을 순환시키는 형식이다.

4.1 냉동 unit 구동방식

냉동유니트 구동방식으로는 다음 3종류가 있다.

① 전동기 구동방식

해상용 냉동컨테이너 유니트로서는 해상의 여러가지 악조건에 잘 견디고, 부식방지, 특히, 보수정비 등의 관점에서 전동기 구동방식이 매우 우수하므로 일반적으로 20' / 40' 냉동컨테이너에 많이 사용된다. (그림 1 참조)

② 엔진 구동방식

옛날에는 사용되었으나 최근의 해상 컨테이너용 냉동유니트로서는 잘 사용되지 않는다.

③ 전동기 구동 / 엔진 구동 병합방식

대표적으로 이 방식을 채택하고 있는 선박회사로서는 Sea-Land 사가 있다. 40' 냉동컨테이너에 Thermo-King사의 SROL-50PSG 유니트를 채용하고 있고 전동기는 LPG 엔진 구동 병합방식이다. (그림 2 참조)

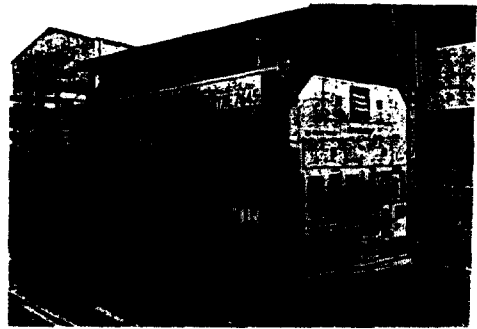


그림 1. 전동기 구동방식 냉동유니트

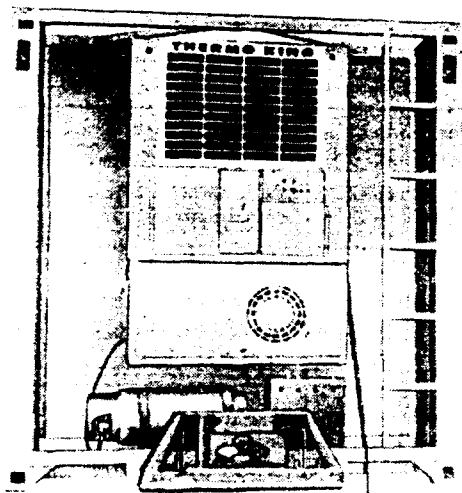


그림 2. 전동기 구동 엔진 구동 병용방식 냉동 유니트

선상 및 터미널에 설치하여 사용할 경우에는 전동기를 구동시키고 있다. 그 밖의 미국이나 기타 여러나라에서 냉동콘테이너에 전동기 디젤엔진 구동방식을 채용하고 있다.

4.2 해상용 냉동콘테이너

가장 보편화되어 전세계적으로 폭넓게 각 항로에 사용되고 있는 냉동유닛 설치형식은 플래쉬 마운터 분리형 혹은 플래쉬 마운터 일체형이다. 200V급 및 400V급의 전원 전압에 대해서는 trans를 설치하는 것과 이중 정격모터 사용의 전환스위치를 구비하고 있다. 냉동콘테이너 박스의 적재하중의 강도는 6단 적재, 9단적재에 견딜 수 있는 강도로 되어 있다. 제작회사로는 국내에서는 현대중공업, 일본의 삼원중공업, 다이킨공업, 그리고 세계 최대의 냉동유닛 메이커인 Thermo-King사가 있다.

4.3 육상 냉동차의 종류

육상에서 사용되고 있는 냉동차의 종류로는 다음의 5종류가 있다. 즉,

- ① 얼음에 의한 방식
- ② 드라이아이스에 의한 방식
- ③ 냉동판 방식
- ④ 액체질소 방식
- ⑤ 기계방식(냉동기에 의한 방식)

그리고 배송차의 종류는 다음과 같다.

- ① 박스형 보통 자동차 또는 보통 트럭
- ② 드라이아이스를 사용하지 않는 보냉차
- ③ 드라이아이스 사용의 보냉차
- ④ 냉동기 부착의 수송차

우리나라에서도 식문화의 변천과 더불어 cold chain (저온유통기구)시대가 요구되고 있으며, 현 실정으로는 다소 미비한 상태지만, 저온수송의 중요성이 점차적으로 널리 인식되어 가고 있기 때문에 해마다 냉동차가 늘어날 것이다. 냉동차의 수송방식은 다음에 설명하는 것과 같이, 각 방식 모두 제각기 장·단점이 있어서, 어느쪽의 방식이 유리하다고 확립적으로 결정하는 것은 어렵다. 각각의 물품수송조건(사용용도)에 맞추어 가격의 비교

를 행하여, 사용자측에서 결정할 필요가 있다.

① 얼음에 의한 냉각방식

보냉차에 얼음을 적당히 넣어 수송하는 방식은 매우 초보적인 방법이지만, 얼음 그 자체의 냉각력(얼음의 0℃에 있어서 융해잠열)은 80kcal/kg로 크기 때문에, 냉장품의 수송에 적당하다. 그 특징은 다음과 같다.

- 물품의 감습 우려는 없지만, 반대로 다습으로 되기 쉽다.
- 용도로서는 냉동품 수송에는 적합하지 않고, 냉장품용으로 적당하다.
- 얼음이 점차 녹게 되면 냉각력이 감소하므로, 보충할 얼음이 필요하다.
- 수송거리는 약 1일의 근거리 수송용이다.
- 0℃ 이상의 냉각에는 드라이아이스보다 오히려 얼음을 사용하는 것이 냉각이 지속되고, 비용도 경제적이다.
- 가까운 거리의 선어 배송차의 냉각에는 표3에서와 같이 얼음과 소금을 적당량 섞음으로써 저온을 얻을 수 있다. 얼음과 식염은 3:1의 비율로 섞으면, 최저온도는 -21.1℃로 된다. 그러나 쇠빙과 식염이 녹아 버린다면, 융해잠열이나 융해열의 흡수가 없으므로, 냉각작용은 급격히 떨어진다.
- 품온을 일정하게 유지하여 수송하는 경우, 얼음의 필요량은 다음식에서 구할수 있다.

$$W_I = \frac{K \cdot A \cdot H \cdot T}{80} \times (1.0 \sim 1.5) \quad (3)$$

여기서, W_I : 얼음의 량(kg)

K : 수송용기의 열통과율(kcal/m²h℃)

A : 전 전열면적(m²)

H : 수송시간(h)

T : 내외의 온도차(수송 중 평균 외기온도와 필요한 유지온도와의 차이(℃))

80: 얼음 1kg의 흡수잠열(kcal/kg)

1.0~1.5: 안전율

② 드라이아이스에 의한 냉각 방식

드라이아이스는 현재 식품 냉동수송의 보냉차에 잘 이용되고 있다. 드라이아이스는 대기압 하에 -78.9℃의 온도에서 고체로부터

표 3. 얼음에 식염을 섞은 경우의 최저온도

한제의 배합비(비중)		최저온도(°C)
얼음	식염 NaCl	
100	0	0
95	5	- 2.8
90	10	- 6.6
85	15	-11.6
80	20	-16.6
75	25	-21.1

직접 기체로 되는 성질이 있으며, 이때 주위로 부터 열을 흡수해서 승화하여 탄산가스가 된다. 이 흡수열이 드라이아이스의 냉각력이다. 드라이아이스의 0°C에 대한 냉각력은 153kcal/kg이다. 즉, -78.9°C에서의 기화잠열은 137., -78.9°C에서 0°C까지의 가스잠열에 의한 것은 $[0 - (-78.9)] \times 0.2 = 16 \text{ kcal/kg}$ 이기 때문이다. 드라이아이스와 얼음을 비교하면, 드라이아이스는 똑같은 중량의 얼음보다 2배의 냉각력을 가진다(153/80=1.9 : (얼음의 흡수열량=80kcal/kg). 또, 드라이아이스는 똑같은 체적의 얼음보다 약 3배의 냉각능력이 있다(탄산가스는 공기의 1.5배의 무게이다). 따라서 0°C 이상의 냉각에서는 얼음을 사용하는 것이 경제적이라고도 할 수 있다.

드라이아이스에 의한 냉각 수송의 특징은 다음과 같다.

- 승화할 때 약 -79°C의 극저온이 필요할 때 이용한다.
- -20°C까지 사용 할 수 있다.
- 녹을 때 탄산가스를 발생하기 때문에 박테리아, 곰팡이 등의 번식을 방지할 수 있고, 특히 식품 보존에 위생적이다.
- 얼음처럼 녹아서 물이 되지 않기 때문에 수분, 습기를 방지할 수 있다.
- 지방의 산화를 지연시키고, 과일, 야채의 저장기간이 길다.
- 금속에 대한 부식성이 없다.
- 적게 사용하면 녹는 속도가 빨라서 효과를 감소 시킨다. 빨리 승화하기 때문에 포장해서 서서히 승화시키는 것이 좋다.

• 보냉차는 충분히 예냉시키고, 저장온도로 물품을 저장해서 드라이아이스는 그 온도를 유지하는 것이 적합한 방법이다.

• 드라이아이스는 대기 중의 수분을 흡수해서 주위에 서리가 생겨 기화를 방해하므로 고내 전체를 낮은 온도로 유지할 수 있다.

품을 일정하게 유지하면서 수송하는 경우, 드라이아이스의 필요량은 다음 식으로 계산한다.

$$W_D = \frac{K \cdot A \cdot H \cdot T}{153} \times (1.0 \sim 1.5) \quad (4)$$

여기서, W_D : 드라이아이스의 필요량 (kg)이다. 기타 식(4)의 다른 계수의 내용은 식(3)과 동일하다.

③ 냉동판 방식

냉동판 방식은 heat battery 방식이라 불리우며, 축전지와 같이 열, 냉열을 주행전에 충전시켜 주행중에는 저장된 열 및 냉열에서 적재된 물품을 적당한 온도로 유지시켜 수송하는 방식이다.

단열재(단열 폴리우레탄)에 의해 보온 효과를 가지는 컨테이너, 보냉차, 냉동차 내부의 벽면 또는 천장에 에틸렌클리콜계의 용액을 밀봉시켜 cold plate(냉동판)를 설치하고(그림 3 참조), 냉동판을 냉동장치로 냉각함으로써 냉동판의 용해 잠열로 보냉차의 고내 온도를 일정하게 유지하는 방식이다.

그림 4는 냉동판 방식의 냉동시스템을 나타낸 것이다.

④ 액체 질소 방식

대기압하에 있어서 액체 질소는 -196°C에서

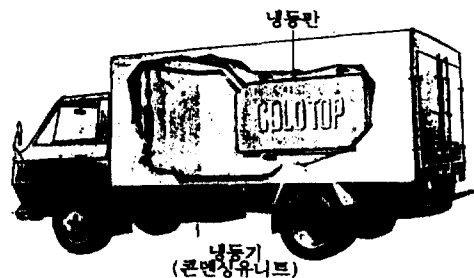


그림 3. 냉동판식 보냉차

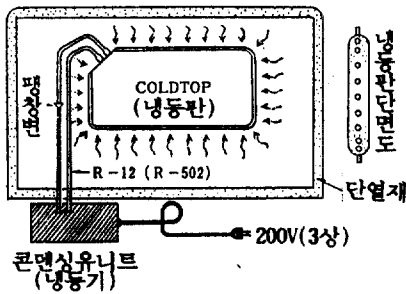


그림 4. 냉동판식 냉동시스템

1kg 당 46.6kcal의 열을 빼앗고 비등한다. 그리고 기체로 되는 -196°C 의 질소는 1°C 상승함에 따라 0.2kcal의 열을 빼앗는다. 이러한 흡열과정 중 주위에서 대량의 열을 흡수하는 성질(냉열)을 이용하는 것이 액체 질소에 의한 저온수송의 원리이다. 냉동차(보냉차)의 적체된 상자중에 철제의 대형 보온병에 넣어 이곳에서 자동밸브를 경유해서 동관에 의해 고내전체까지 액체질소를 취출한다.

액체질소 방식의 특징은 다음과 같다.

- 제어장치에 의해 자동밸브가 개폐되고 고내온도는 설정온도에 대해서 오차 $\pm 1 \sim \pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 범위로 유지할 수 있다.
- 구동부분은 자동밸브로 작동되기 때문에 고장이 없다.
- -196°C 의 극저온 가스가 방출하기 때문에 급속 냉각능력을 가지나 예냉시간이 짧다 (10~20분, 기계식인 경우 보통 1.5시간 정도)
- 질소가 고내의 산소를 방출시켜 생선품의 신화를 방지한다.
- 액체산소 냉각 방식에서 문제가 되는 것은 질소의 보충과 높은 가격이다. 냉동차의 경우 액체 질소의 소비량은 -30°C 일 때(외기 온도 30°C , 10온차) 50kg/h, 고내온도 18°C 인 경우 약 10kg/h, 4°C 인 경우는 약 6kg/h로 다량의 액체 질소를 소비한다.
- 액체 질소는 증발해서 가스로 되기 때문에 고내를 가습하지 않는다.
- 액체 질소가 0°C 까지의 흡수열량은 9464kcal/kg으로 얼음 0°C 의 용해잠열 80kcal/kg과 비교하면 약 20%의 높은 열량을 가진다.

그러나 가격차이 때문에 운전 경비는 문제가 된다.

⑤ 기계(냉동기)에 의한 방식

냉동기가 부착된 냉동차는 $-20^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ 로 정확히 온도 관리할 수 있고, 수송품 및 수송 거리에 제약을 받지 않는 원거리 수송이 가능하기 때문에 광범위하게 사용되는 방식이다. 저온수송의 보급이 일반화되어 있는 미국에서 대형 트레일러에 있어서는 거의 전부 기계적인 냉동기 방식이다. 트럭수송에 있어서는 냉동판 방식, 드라이아이스 방식 등이 주류를 이루고 있다. 앞으로 소형 냉동차용에도 무게가 가벼운 냉동기가 개발된다면 소형 냉동차의 분야에서도 기계식 냉동차로 전환될 것이다.

중·대형 냉동차용 냉동기는 유닛 전체를 포함해서 단일 구조로서 몸체 앞, 위쪽에 부착하고 있다. 소형 냉동차용 냉동기는 분할 방식(증발기를 차체 내부의 위쪽에 부착, 압축기를 자동차의 엔진에 설치, 기타 부분은 차체 일부 바닥 아래에 부착하는 방식)을 하고 있다. 자동차 엔진구동방식인 경우 시내를 수송할 때, 저속 및 교통신호에 의한 정지 등을 고려한 냉동능력을 가진 냉동기를 설치하지 않으면 온도 유지가 곤란하고 소형 냉동차용의 냉동은 가격이 상승한다. 기계식 냉동기의 품질은 어느 정도의 경험을 통해 사용하면 그다지 큰 차가 생기지 않지만 엔진, 전동기, 압축기 및 자동차의 진동으로 고장을 일으키는 원인이 된다.

5. 이동식 냉동 냉장고로서의 냉동컨테이너

해상용 냉동컨테이너가 정치식의 육상용 냉동 냉장고로서 사용될 수 있다. 1970년 3월부터 6개월간 일본에서 개최된 만국박람회 기간중 주최측은 일본우선(선)으로부터 20' 냉동컨테이너 20대를 차용하여 박람회 기간중 판매된 아이스크림, 우유는 물론 식당에서 사용된 어류, 육류, 야채 등을 차용한 냉동컨테이너에 보관함으로써 한 여름 30°C 이상의 외기에는 물론 냉장고문의 개폐가 하루 10번 이상으로 빈번하여도 -25°C 로 유지 하였으며,

6개월간 연속운전을 하여서도 1대의 고장도 일어나지 않아서 식료품의 안전을 확보 하였다는 것은 좋은 예이다. 이것은 해상용 냉동 컨테이너가 일시적 육상 냉동창고로서 우수한 성능을 발휘할 수 있는 것을 보여준 것으로, 우리나라에서도 1993년 대전만박에 이방식을 이용할 수 있을 것이며, 수주일 혹은 수개월 이상 계속되는 각종 장기간의 대형 행사에 사용되는 식료품의 보관에 널리 사용될 수 있을 것이다.

6. 냉동컨테이너의 문제점

6.1 전 원

다른 전원기기들과 달리 냉동컨테이너는 국제간 운행을 하기 때문에 컨테이너의 전원 전압에 의한 사용상의 문제점이 있다. 표 4에서와 같이 각국마다 사용하는 냉동컨테이너의 사용 전압이 다르기 때문이다.

보통의 냉동컨테이너는 200V 정격에서 사용되기 때문에 표 4에서의 문제점은 transformer를 냉동컨테이너 자체에 설치한 build-in trans 방식, 또는 200V 급과 400V 급에 사용할 수 있는 2중 정격모터 방식의 냉동컨테이너를 사용하면 전원에 관한 문제점은 해결된다. transformer trans를 사용하는 방식에는 2종류가 있다. 즉, 컨테이너 터미널에 내용량의 trans를 설치하여 이것으로부터 전원을 공급하는 방식이고(미국-유럽간의 항공용 컨테이너에 주로 사용), 또 하나는 일본에서 주로 사용하는 build-in trans 방식이다.

냉동컨테이너의 국제간 취급을 복잡하게 하는 또 다른 하나는 전원 플러그(plug)가 있다. 각 메이커마다 여러가지 종류가 있지만 대별하면 200V 급, 400V 급에서 각각 3종류의 플러그가 사용된다. 1972년 6월 ISO/TC104/WGI에서 ISO 권장 사항으로 결정된 것은 200V/400V 급에서 각각 2개의 플러그이다.

6.2 냉동컨테이너의 전원 케이블

냉동컨테이너에는 200V 급의 전원 케이블이 있는 경우, 400V 급의 케이블이 있는 경

표 4. 세계 각국의 사용전압 및 주파수

국 명	전압	상수	주파수
Argentina, Austria, Denmark, Netherlands, Sweden, Switzerland, Thailand, USSR	380	3	50
Brazil, Japan, Mexico, Philippines	220	3	60
China (PRC), Indonesia, Italy	220	3	50
France, Spain	220 380	3 3	50 50
India, Singapore	400	3	50
Korea, Taiwan	200	3	60
Malaysia, United Kingdom	415	3	50
Canada	230	3	60
Hawaii	240	3	60
Hong Kong	340	3	50
Kuwait	415	3	60
United States	208 240 460 480	3 3 3 3	60 60 60 60

우, 그리고 200V/400V 급이 있는 경우의 3가지 종류가 있다. ISO에서 권장하는 냉동컨테이너의 전원케이블 길이는 컨테이너 길이+6m 또는 15m이기 때문에 1972년 이전의 것은 20'의 경우는 15m, 40'의 경우는 18.5m의 전원케이블이 있다고 생각하여도 좋다.

6.3 저온용 컨테이너

일반적으로 사용되는 20' 냉동컨테이너에 저온용 유니트를 장치하면 고내온도 -40℃로 수송이 가능하다. 현재 사용되고 있는 냉동컨테이너의 고내온도 사용범위는 +25℃~-25℃ 정도이나, 저온용 컨테이너의 경우는 온도제어 범위가 +25℃~-44℃ 정도로 된다. 일반적으

로 사용되는 20' 냉동컨테이너용 냉동장치를 설치해도 -27°C 이하로 유지하기가 곤란하다. 따라서 저온용 컨테이너로 하고자 할 경우는 사용 냉매를 R-12에서 R-502로 바꾸고, 압축기도 5마력에서 7.5마력으로 바꾸며 감압장치 등도 일부 교환할 필요가 있다. 이렇게 했을 경우 20' 저온용 냉동컨테이너의 소비력은 약 10kW로 생각함이 적당하다.

7. 결 론

이상으로 냉동컨테이너에 관한 일반적인 사항에서부터 부하 계산, 냉동컨테이너의 종류 및 그 특징, 그리고 문제점들에 대해서 약술하였다.

냉동컨테이너는 일반 컨테이너와 달리 그 종류도 다양하고 복잡할 뿐만 아니라 구조, 강도, 취급, 그리고 유지 관리 등에 관한 여러 가지 전문적인 지식이 요구된다. UR협상, 그리고 식문화의 향상과 다양화에 따라 식품 수송을 중심으로 한 육상 및 해상용 냉동컨테이

너의 수요가 날로 증가하리라 예상되며, 이에 본고가 냉동 컨테이너에 관한 전반적인 이해에 조금이라도 도움이 되었으면 한다.

참 고 문 헌

1. 上村建二, 1974, “冷凍コンテナ便覧” 成山堂書店.
2. ASHRAE Hand Book, 1991, Applications
3. ISO 1992, Commercial Refrigerated Cabinets, part 2~3.
4. 加藤治範, “冷凍コンテナおよび輸送用冷凍コンソト”, 冷凍空調技術, Vol. 19, No. 225, No. 226.
5. K. G. Wildnzer, 1977-2, “A Refrigeration Plant for Containers”, IIR, 47~58.
6. J. S. Bjorklund, 1973-2, “An open air circulation system for refrigerated containers”, IIR, 39~46.